

- (19) Japanese Patent Office (JP)  
 (12) Open utility model official report (U)  
 (11) Utility model application disclosure: Heisei 4-37845  
 (43) Disclosure: March 31, Heisei 4 (1992)

(54) The designation of a design: control equipment of a catalyzed combustion formula gas turbine

- (21) Japan Utility Model Application: Heisei 2-78253  
 (22) Application: common 2 (1990) July 24  
 (72) Designer: Shinichi Kajita  
 (72) Designer: Yasumitsu Kurosaki  
 (72) Designer: Taitaro Tanaka  
 (72) Designer: Yasuhiro Ogawa  
 (71) Applicant: Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

(57) Utility model registration claim

A combustor, the catalyst incorporated in this combustor, and the gas turbine rotated with the combustion gas in this catalyst, The fuel control valve which carries out adjustment operation of the fuel-supply flow rate into the above-mentioned combustor so that the engine speed of this gas turbine may be controlled, In the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine equipped with the by-pass valve which carries out adjustment operation of the air supply flow rate to the above-mentioned combustor so that the outlet temperature of the above-mentioned catalyst may be controlled Control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine characterized by constituting a process operation of the above-mentioned by-pass valve possible [ concomitant use ] in control of the engine speed of the above-mentioned gas turbine

Brief explanation of the drawings

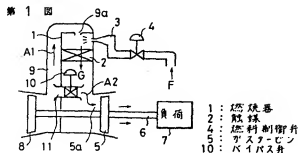
Fig. 1 is an outline block diagram of the whole catalyzed combustion formula gas turbine concerning this design,

Fig. 2 is a block diagram of the control system,

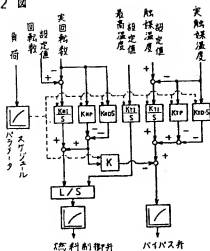
Fig. 3 is a drawing explaining the result of a step change check of a fuel control valve and a by-pass valve,

Fig. 4 is explanatory drawing of the conventional control formula.

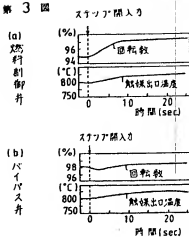
1: A combustor, 2:catalyst, 4: fuel control valve, 5: gas turbine, 10: by-pass valve.



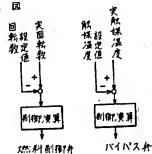
第 2 図



第 3 図



第 4 図



- (19) Japanese Patent Office (JP)
- (12) Open utility model official report (U)
- (11) Utility model application disclosure: Heisei 4-37845
- (43) Disclosure: March 31, Heisei 4 (1992)

(54) The designation of a design: control equipment of a catalyzed combustion formula gas turbine

- (21) Japan Utility Model Application: Heisei 2-78253
- (22) Application: common 2 (1990) July 24
- (72) Designer: Shinichi Kajita
- (72) Designer: Yasumitsu Kurosaki
- (72) Designer: Taitaro Tanaka
- (72) Designer: Yasuhiro Ogawa
- (71) Applicant: Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

#### Description

##### 1. Designation of Design

Control equipment of a catalyzed combustion formula gas turbine

##### 2. Utility Model Registration Claim

(1)

A combustor, the catalyst incorporated in this combustor, and the gas turbine rotated with the combustion gas in this catalyst, The fuel control valve which carries out adjustment operation of the fuel-supply flow rate into the above-mentioned combustor so that the engine speed of this gas turbine may be controlled, In the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine equipped with the by-pass valve which carries out adjustment operation of the air supply flow rate to the above-mentioned combustor so that the outlet temperature of the above-mentioned catalyst may be controlled Control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine characterized by constituting a process operation of the above-mentioned by-pass valve possible [ concomitant use ] in control of the engine speed of the above-mentioned gas turbine.

##### 3. Detailed Description of Design

###### "Industrial Application"

This design is what is applied, for example to industrial gas turbines, such as a gas turbine for a generation of electrical energy. It is related with the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine which includes the corresponding catalyst which burns a fuel at low temperature inside a combustor, and controls the development of NO<sub>x</sub> like in the emission control which is becoming severe every year.

###### "PRIOR ART"

Although this kind of catalyzed combustion formula gas turbine controls the development of NO<sub>x</sub> by the low temperature combustion by a catalyst as mentioned above For the stable operation of such a gas turbine, it needs to be controlled like a general gas turbine for keeping the temperature of a catalyst constant for [ other than control of the engine speed by process

operation of a fuel-supply flow rate ] the stable combustion of a catalyst.

In performing the two control, in the former The revolving-speed-control loop formation which asks for the deviation of real engine speed and engine-speed setting, calculates a controlled variable from the deviation, and controls a fuel control valve to be shown in Fig. 4, It asked for the deviation of real catalyst temperature and a catalyst temperature setting value, and the control formula which combined two single-control loop formations of the catalyst temperature regulation loop formation which controls the pneumatic-control valve which calculates a controlled variable from the deviation and operates the air supply flow rate to a catalyst which became independent mutually was adopted.

"The issue which a design tends to solve"

When based on the control equipment of the above conventional catalyzed combustion formula gas turbines

Compared with the usual gas turbine which does not have a catalyst, the heat capacity of the catalyst incorporated in the combustor since it is fairly large

The responsibility of the engine speed for was bad to change of the fuel-supply flow rate by process operation of a fuel control valve, the revolving-speed-control engine performance which was adapted for the gas turbine for a generation of electrical energy as which a high speed response is required could not be demonstrated, and there was room for a betterment in the field of the dependability in controlling performance.

This design was made in view of the above-mentioned actual condition, it is a basis of a suitable parameter, and it aims at offering the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine which can demonstrate the revolving-speed-control engine performance excellent in responsibility, maintaining a NOx reducing effect.

"The means for solving a subject"

In order to attain the above-mentioned object, the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine concerning this design A combustor, the catalyst incorporated in this combustor, and the gas turbine rotated with the combustion gas in this catalyzed combustion, The fuel control valve which carries out adjustment operation of the fuel-supply flow rate into the above-mentioned combustor so that the engine speed of this gas turbine may be controlled, In the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine equipped with the by-pass valve which carries out adjustment operation of the air supply flow rate to the above-mentioned combustor so that the outlet temperature of the above-mentioned catalyst may be controlled, a process operation of the above-mentioned by-pass valve is constituted possible [ concomitant use ] in control of the engine speed of the above-mentioned gas turbine.

"OPERATION"

Since low temperature air can be made to send into a gas turbine directly according to this design, without passing a catalyst by process operation of a by-pass valve in parallel to the revolving speed control of the gas turbine by process operation of a fuel control valve, Predetermined revolving speed control can be performed with very sufficient responsibility, without producing a delay under the effect of the heat capacity of a catalyst.

[Execution example]

Hereafter, one execution example of this design is described based on a drawing.

Fig. 1 shows the outline block diagram of the whole catalyzed combustion formula gas turbine concerning this design, in this drawing, 1 is a combustor and the catalyst 2 is included in that core. The fuel control valve 4 which 3 is a fuel-supply pipe which supplies Fuel F in the above-mentioned combustor 1, and carries out adjustment operation of the fuel-supply flow rate is laid between.

5 is a gas turbine, and the compressor 8 is united with the coaxial up one, while rotating by combustion gas G generated by burning a fuel at low temperature according to the above-mentioned catalyst 2 and connecting the loads 7, such as a generator, with the output shaft 6. This engine speed is controlled by adjustment operation of the fuel-supply flow rate according [ this gas turbine 5 ] to the above-mentioned fuel control valve 4.

9 is a feeding passage of combustion air aluminum into the above-mentioned combustor 1, and Nozzle 9a is formed in this edge. The bypass passage 11 which 10 is a by-pass valve and was formed between the above-mentioned combustion air feeding passage 9 and the inlet-port part 5a of the above-mentioned gas turbine 5 lays between. While the above-mentioned catalyst 2 and its outlet temperature are controlled by adjustment operation of the supply flow rate of air aluminum for fuels into the combustor 1 by this by-pass valve 10, adjustment of the amount of supply of the bypass air A2 to the inlet-port part 5a of a gas turbine 5 constitutes the engine speed of the above-mentioned gas turbine 5 controllable.

Below, the action of the above-mentioned structure is explained, referring to Figs. 2 and 3.

Fig. 2 is a block diagram of the control system in the control equipment of the catalyzed combustion formula gas turbine of this design, and the value difference of engine-speed setting of a gas turbine 5 and real engine speed integrates with it with an integral compensation component (KNI/S).

This is added with the operation result of having multiplied a marked part of the operation result and real engine speed which multiplied real engine speed by the multiplier KNP by KND, based on a parameter schedule, adjustment operation of the fuel control valve 4 is carried out by this result, and the engine speed of a gas turbine 5 is controlled by it.

On the other hand, the deviation of the temperature setting value of a catalyst 2 and real catalyst temperature finds the integral with an integral element. This is added to a marked part of the operation result of having multiplied real catalyst temperature by a multiplier (KTI/S) and KTP, and real catalyst temperature, with the operation result by which it multiplied, and KTD This result, The operation result of having multiplied real engine speed by the multiplier K more is added, based on a parameter schedule, adjustment operation of the by-pass valve 10 is carried out by the result, and the temperature of a catalyst 2 and the engine speed of a gas turbine 5 are controlled by it.

Namely, since low temperature air immediately after coming out of a compressor 8 to the inlet-port part 5a of a gas turbine 5 is sent in by the opening adjustment of the by-pass valve 10, Predetermined revolving speed control can be performed with very sufficient responsibility by using the characteristic in which the inlet-port temperature of a gas turbine 5 changes rapidly, and the engine speed of a gas turbine 5 changes quickly in connection with this.

The result of the answer check of the engine speed by step change of the fuel control valve 4 and bypass valve 10 and catalyst temperature is shown in Fig. 3. An engine speed descends rapidly immediately after opening the by-pass valve 10 so that clearly also from this drawing, and it assumes after it the response characteristic that an engine speed rises with progress of time.

"The effect of a design"

As mentioned above, by using together a process operation of the by-pass valve for adjusting the air supply flow rate to the combustor which included the adjustment operation and the catalyst of the fuel-supply flow rate in control of the engine speed of a gas turbine according to this design Without being influenced by the control delay accompanying the catalyst passage with large heat capacity, predetermined revolving speed control can be performed with very sufficient responsibility, and the controlling performance which can be adapted enough also for the gas turbine which requires high speed responses, such as a gas turbine for a generation of electrical energy, by this can be demonstrated.

#### 4. Brief Explanation of the Drawings

Fig. 1 is an outline block diagram of the whole catalyzed combustion formula gas turbine concerning this design,

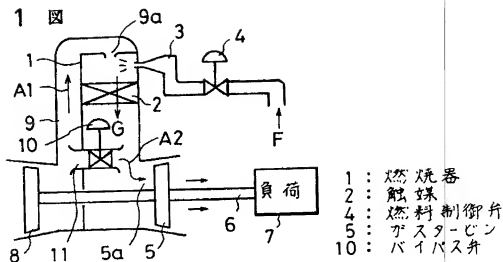
Fig. 2 is a block diagram of this control system,

Fig. 3 is a drawing explaining the result of a step change check of a fuel control valve and a by-pass valve,

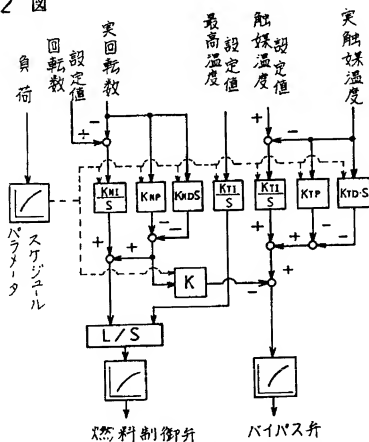
Fig. 4 is explanatory drawing of the conventional control formula.

1: A combustor, 2:catalyst, 4:fuel control valve, 5:gas turbine, 10: by-pass valve.

第 1 図



第 2 図

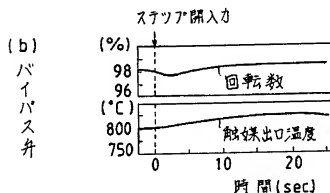
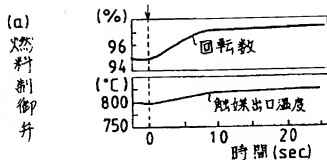


実用新案登録出願人 川崎重工業株式会社

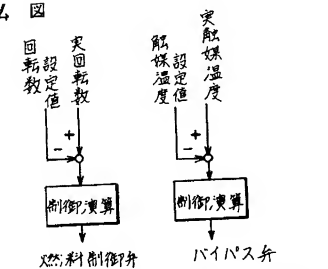
代理人 弁理士 難波国英

第 3 図

スラッパ開入



第 4 図



実用新案登録出願人 川崎重工業株式会社

代理人 弁理士 難波国英

575

実開 4 - 37845



④ 公開実用新案公報(U) 平4-37845

④Int.Cl.<sup>5</sup>

F 02 C 9/18  
9/00  
9/28  
F 23 B 3/40

識別記号

庁内整理番号

B 7910-3G  
C 7910-3G  
Z 7910-3G  
7616-3G

④公開 平成4年(1992)3月31日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全2頁)

④考案の名称 触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置

④実 願 平2-78253

④出 願 平2(1990)7月24日

④考 案 者 梶 田 真 市 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

④考 案 者 黒 崎 泰 充 兵庫県神戸市垂水区清水が丘1丁目5番10号 川崎重工業株式会社垂水研修所内

④考 案 者 田 中 泰 太 郎 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

④考 案 者 小 川 靖 弘 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

④出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

④代 理 人 弁理士 難波 国英

④実用新案登録請求の範囲

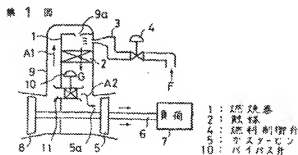
燃焼器と、この燃焼器内に組み込まれた触媒と、この触媒での燃焼ガスにより回転されるガスタービンと、このガスタービンの回転数を制御するように上記燃焼器内への燃料供給流量を調整操作する燃料制御弁と、上記触媒の出口温度を制御するように上記燃焼器への空気供給流量を調整操作するバイパス弁とを備えた触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置において、上記バイパス弁の操作を、上記ガスタービンの回転数の制御に併用可

能に構成したことを特徴とする触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置。

図面の簡単な説明

第1図はこの考案に係る触媒燃焼方式ガスタービンの全体の概略構成図、第2図はその制御系のブロック図、第3図は燃料制御弁およびバイパス弁のステップ変化試験の結果を説明する図、第4図は従来の制御方式の説明図である。

1……燃焼器、2……触媒、4……燃料制御弁、5……ガスタービン、10……バイパス弁。





# 公開実用平成 4-37845

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 実用新案出願公開

⑫ 公開実用新案公報(U) 平4-37845

|                         |      |         |                      |
|-------------------------|------|---------|----------------------|
| ⑬ Int. Cl. <sup>8</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | ⑭ 公開 平成4年(1992)3月31日 |
| F 02 C 9/18             |      | 7910-3G |                      |
| 9/00                    | B    | 7910-3G |                      |
| 9/28                    | C    | 7910-3G |                      |
| F 23 R 3/40             | Z    | 7616-3G |                      |

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 頁)

⑮ 考案の名称 触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置

⑯ 実 願 平2-78253

⑰ 出 願 平2(1990)7月24日

⑱ 考 案 者 梶 田 真 市 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

⑲ 考 案 者 黒 崎 泰 亮 兵庫県神戸市垂水区清水が丘1丁目5番10号 川崎重工業株式会社垂水研修所内

⑲ 考 案 者 田 中 泰 太 郎 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

⑲ 考 案 者 小 川 靖 弘 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

⑳ 出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 難波 国英



## 明 細 書

### 1. 考案の名称

触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置

### 2. 実用新案登録請求の範囲

(1) 燃焼器と、この燃焼器内に組み込まれた触媒と、この触媒での燃焼ガスにより回転されるガスタービンと、このガスタービンの回転数を制御するように上記燃焼器内への燃料供給流量を調整操作する燃料制御弁と、上記触媒の出口温度を制御するように上記燃焼器への空気供給流量を調整操作するバイパス弁とを備えた触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置において、上記バイパス弁の操作を、上記ガスタービンの回転数の制御に併用可能に構成したことを特徴とする触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置。

### 3. 考案の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この考案は、たとえば発電用ガスタービンなどの産業用ガスタービンに適用されるもので、年々厳しくなりつつある排ガス規制に対応する



ように、燃焼器の内部に燃料を低温で燃焼させて  $\text{NO}_x$  の発生を抑制する触媒を組み込んでなる触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置に関するものである。

〔従来の技術〕

この種の触媒燃焼方式ガスタービンは、上記のように触媒による低温燃焼で  $\text{NO}_x$  の発生を抑制するものであるが、このようなガスタービンの安定運転のためには、一般のガスタービンと同様に、燃料供給流量の操作による回転数の制御のほかに、触媒の安定燃焼のために触媒の温度を一定に保つための制御が必要である。

その2つの制御を実行するにあたって、従来では、第4図に示すように、実回転数と回転数設定値との偏差を求め、その偏差から制御量を演算して燃料制御弁を制御する回転数制御ループと、実触媒温度と触媒温度設定値との偏差を求め、その偏差から制御量を演算して触媒への空気供給流量を操作する空気制御弁を制御する触媒温度制御ループといった互いに独立した2つの単一制御

ループを組合せた制御方式が採用されていた。

〔考案が解決しようとする課題〕

上記のような従来の触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置による場合は、触媒を有していない通常のガスタービンにくらべて、燃焼器内に組み込まれた触媒の熱容量が相当に大きいために、燃料制御弁の操作による燃料供給流量の変化に対する回転数の応答性が悪く、高速応答が要求される発電用ガスタービンなどに適応した回転数制御性能を発揮させることができず、制御性能における信頼性の面で改善の余地があつた。

この考案は上記実情に鑑みてなされたもので、適切なパラメータのもとで、 $\text{NO}_x$ 低減効果を保ちながら、応答性に優れた回転数制御性能を発揮させることができる触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、この考案に係る触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置は、燃焼器と、この燃焼器内に組み込まれた触媒と、この触



媒での燃焼ガスにより回転されるガスタービンと、このガスタービンの回転数を制御するように上記燃焼器内への燃料供給流量を調整操作する燃料制御弁と、上記触媒の出口温度を制御するように上記燃焼器への空気供給流量を調整操作するバイパス弁とを備えた触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置において、上記バイパス弁の操作を、上記ガスタービンの回転数の制御に併用可能に構成したものである。

〔作用〕

この考案によれば、燃料制御弁の操作によるガスタービンの回転数制御に併行して、バイパス弁の操作により触媒を通過させることなく、低温空気をガスタービンに直接、送り込ませることができ、触媒の熱容量の影響で遅れを生じることなく、所定の回転数制御を非常に応答性よく行なうことができる。

〔実施例〕

以下、この考案の一実施例を図面にもとづいて説明する。

第1図はこの考案に係る触媒燃焼方式ガスタービンの全体の概略構成図を示し、同図において、1は燃焼器で、その内部に触媒2が組み込まれている。3は上記燃焼器1内に燃料Fを供給する燃料供給管で、燃料供給流量を調整操作する燃料制御弁4が介挿されている。

5はガスタービンで、上記触媒2により燃料を低温で燃焼させることにより生成される燃焼ガスGにより回転されるもので、その出力軸6に発電機などの負荷7が連結されているとともに、圧縮機8が同軸上に一体化されている。このガスタービン5は、上記燃料制御弁4による燃料供給流量の調整操作により、その回転数が制御される。

9は上記燃焼器1内への燃焼用空気A1の供給通路で、その端部にノズル9aが設けられている。10はバイパス弁で、上記燃焼用空気供給通路9と上記ガスタービン5の入口部5aとの間に形成されたバイパス路11に介挿されており、このバイパス弁10による燃焼器1内への燃焼用空気A1の供給流量の調整操作により、上記触媒2





およびその出口温度が制御されるとともに、ガスタービン5の入口部5aへのバイパス空気A2の供給量の調整により上記ガスタービン5の回転数を制御可能に構成している。

つぎに、上記構成の動作について、第2図および第3図を参照しながら説明する。

第2図はこの考案の触媒燃焼方式ガスタービンの制御装置における制御系のブロック図であり、ガスタービン5の回転数設定値と実回転数の偏差が積分補償要素( $KNI / S$ )により積分される。これは、実回転数に係数 $KNP$ を乗じた演算結果および実回転数の微分に $KND$ を乗じた演算結果と加え合わせられ、その結果により、パラメータスケジュールにもとづいて燃料制御弁4が調整操作されて、ガスタービン5の回転数が制御される。

一方、触媒2の温度設定値と実触媒温度との偏差が積分要素により積分される。これは、実触媒温度に係数( $KTI / S$ )、 $KTP$ を乗じた演算結果および実触媒温度の微分に $KTD$ を乗じた演算結果と加え合わせられ、この結果と、さらに実回転数



に係数 $K$ を乗じた演算結果とが加え合わせられ、その結果により、パラメータスケジュールにもとづいてバイパス弁10が調整操作されて、触媒2の温度およびガスタービン5の回転数が制御される。

すなわち、バイパス弁10の開度調整により、ガスタービン5の入口部5aに、圧縮機8を出た直後の低温空気が送り込まれるため、ガスタービン5の入口温度が急激に変化し、これにともないガスタービン5の回転数が素早く変化するという性質を利用することで、所定の回転数制御を非常に応答性よくおこなうことができる。

第3図に、燃料制御弁4およびバイパス弁10のステップ変化による回転数および触媒温度の応答試験の結果を示している。同図からも明らかなように、バイパス弁10を開いた直後に回転数は急激に下降し、そののち、時間の経過とともに回転数が上昇するという応答特性を呈する。

#### 〔考案の効果〕

以上のように、この考案によれば、ガスタービ



ンの回転数の制御に、燃料供給流量の調整操作と触媒を組み込んだ燃焼器への空気供給流量を調整するためのバイパス弁の操作を併用することにより、熱容量が大きい触媒通過にともなう制御遅れに影響されることなく、所定の回転数制御を非常に応答性よく行なうことができ、これにより、発電用ガスタービンなど高速応答を要するガスタービンにも十分に適応可能な制御性能を発揮させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの考案に係る触媒燃焼方式ガスタービンの全体の概略構成図、第2図はその制御系のブロック図、第3図は燃料制御弁およびバイパス弁のステップ変化試験の結果を説明する図、第4図は従来の制御方式の説明図である。

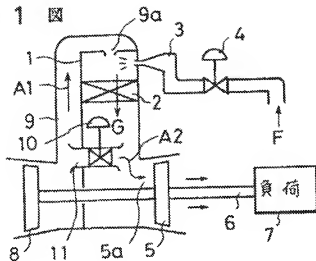
1…燃焼器、2…触媒、4…燃料制御弁、5…ガスタービン、10…バイパス弁。

実用新案登録出願人 川崎重工業株式会社

代理人 弁理士 難波 国 英

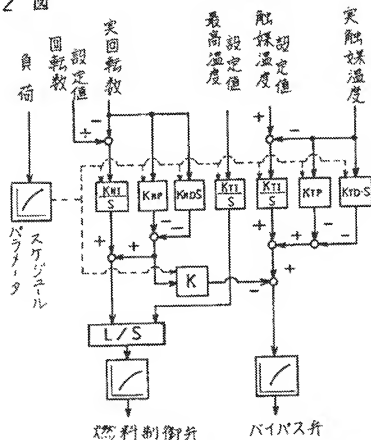


第 1 図



- 1 : 燃焼器  
2 : 燃料制御弁  
4 : 燃焼スタービン  
5 : ガスバイパス弁  
10 : バイパス弁

第 2 図

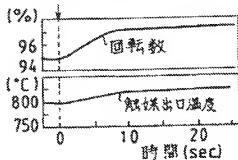


実用新案登録出願人 川崎重工業株式会社  
代理人 弁理士 難波国英

第 3 図

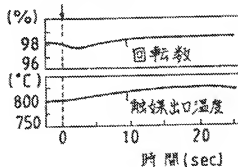
ステップ開入力

(a)  
燃料  
制御  
弁

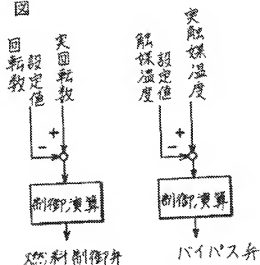


(b)  
バイ  
パス  
弁

ステップ開入力



第 4 図



実用新案登録出願人 川崎重工業株式会社

代理人 弁理士 難波国英

575

公開 1-37845